

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 09 DEC 1999

WIPO PCT

DE 99/3149
EU

Bescheinigung

Die ROBERT BOSCH GMBH in Stuttgart/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren und Vorrichtung zum Erkennen und Entfernen von Störimpulsen in einem Nutzsignal"

am 24. November 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole H 03 H und H 04 B der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 15. November 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 198 54 073.6

Wehner

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

A 916

06.90
11/98

(CDV - 001)

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Erkennen und Entfernen von Störimpulsen in einem Nutzsignal

5

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erkennen und Entfernen von Störimpulsen in einem Nutzsignal, gemäß dem jeweiligen Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 13. Die Erfindung betrifft ferner
10 einen Rundfunkempfänger mit einer ZF-Stufe und einer NF-Stufe, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 20.

Stand der Technik

Beispielsweise bei einem mobilen Empfang von Rundfunksignalen in einem Kraftfahrzeug treten häufig impulsartige Störungen auf, die durch
15 bestimmte Baugruppen des Kraftfahrzeuges, wie beispielsweise Zündanlage, Scheibenwischer etc., hervorgerufen werden. Konventionelle AM-Rundfunkempfänger verwenden ein analog vorliegendes, breitbandiges ZF-Signal um derartige Störimpulse zu detektieren. Überschreitet das ZF-Signal eine fest vorbestimmte Schwelle, so wird das ZF-Signal als gestört
20 erkannt und der Empfänger unterbricht entweder eine Weiterleitung des ZF-Signals, eines NF-Signals oder beider Signale. Hierbei ergibt sich jedoch der Nachteil, dass bei starken Schwankungen der Signalstärke des Rundfunk- oder Nutzsignals dieses ggf. selbst eine Stärke erreicht, welche
25 die vorbestimmte Schwelle überschreitet, so dass trotz ungestörtem Nutzsignal eine Austastung erfolgt. Umgekehrt ist es möglich, dass Störimpulse nicht ausgetastet werden, weil sie unterhalb der fest vorbestimmten Schwelle liegen.

Darstellung der Erfindung, Aufgabe, Lösung, Vorteile

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Verbesserung dahingehend zu erzielen, dass in dem Nutzsignal enthaltene Störimpulse unabhängig von der Stärke des Nutzsignal und unabhängig von der Stärke der Störimpulse sicher und automatisch erkannt und weitgehend unhörbar unterdrückt werden

10 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren der o.g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen, durch eine Vorrichtung der o.g. Art mit den in Anspruch 13 gekennzeichneten Merkmalen sowie durch einen Rundfunkempfänger gemäß Anspruch 20 gelöst.

15 Dazu ist ein Verfahren der o.g. erfindungsgemäß durch folgende Schritte gekennzeichnet:

- (a) Digitalisieren des Nutzsignals zu einem digitalen Nutzsignal,
 - (b) Differentiation des digitalen Nutzsignals zu einem differenzierten digitalen Nutzsignal,
 - 20 (c) Berechnen eines Schwellwertes aus dem differenzierten digitalen Nutzsignal,
 - (d) Vergleichen, ob das differenzierte digitale Nutzsignal den berechneten Schwellwert überschreitet und
 - (e) Austasten des Störimpulses, wenn in Schritt (d) festgestellt wird, dass das differenzierte digitale Nutzsignal den berechneten Schwellwert überschreitet.
- 25

Dies hat den Vorteil, dass mittels einer digitalen Signalverarbeitung nach einer Analog/Digitalwandlung eines Nutzsignals in diesem enthaltene Stö-

Störimpulse sicher erkannt, ausgefiltert und weitgehend unhörbar unterdrückt werden.

Vorzugsweise Weitergestaltungen des Verfahrens sind in den Ansprüchen
5 2 bis 12 beschrieben.

Ein Aliasing bei der Analog/Digitalwandlung ist dadurch vermieden, dass das Nutzsignal vor Schritt (a) bandbegrenzt wird.

10 Um das Ergebnis der Berechnung des Schwellwertes nicht durch Leistungsspitzen des Störimpulses zu verfälschen ist die Differentiation in Schritt (b) eine Hochpassfilterung, wodurch Störspitzen besser erkennbar werden.

15 Zweckmäßigerweise werden in Schritt (b) bei der Differentiation ein Inphase-Anteil sowie ein Quadratur-Anteil des Nutzsignals getrennt voneinander differenziert.

20 In einer bevorzugten Ausführungsform wird in Schritt (e) beim Austasten statt eines tatsächlichen ZF-Signalwertes ein letzter ungestörter ZF-Signalwert beibehalten oder kein Signal weitergegeben, wobei ein weiteres Einschreiben von Abtastwerten in eine Delay-Line unterbunden wird.

Beispielsweise ist das Nutzsignal ein ZF-Signal eines Rundfunkempfängers und das Nutzsignal ein AM-moduliertes Signal.
25

Eine von der Stärke eines etwaigen Störsignals unabhängige Schwellwertberechnung erzielt man dadurch, dass in Schritt (c) ein Betrag eines Inphase-Anteils sowie eines Quadratur-Anteiles des Nutzsignals zusam-

men mit einem um eine Taktperiode verzögerten und invertierten Schwellwert addiert werden, aus dem Ergebnis das Vorzeichen bestimmt, dieses mit dem um eine Taktperiode verzögerten Schwellwert multipliziert und das Ergebnis mit dem um eine Taktperiode verzögerten Schwellwert
5 addiert wird, wobei das letzte Ergebnis einen neuen aktuellen Schwellwert darstellt.

Zum Bestimmen einer Adaptionsgeschwindigkeit bei der Schwellwertberechnung wird der um eine Taktperiode verzögerte Schwellwert vor der
10 Multiplikation mit dem bestimmten Vorzeichen mit einem vorbestimmten Parameter α multipliziert.

Zum Festlegen eines minimalen Schwellwertes wird bei der letzten Addition zur Schwellwertberechnung zusätzlich ein vorbestimmter Parameter β
15 hinzu addiert.

Zur wirksamen Elimination aller Störimpulsanteile auch zeitlich breiter Störimpulse werden in Schritt (e) eine vorbestimmte Anzahl von dem erkannten Störimpuls nachfolgenden Abtastwerten ausgetastet.
20

Zur Reduktion einer Abtastrate wird nach Schritt (e) eine FIR-Filterung (Finite-Impule-Response-Filterung) durchgeführt.

Einer Vorrichtung der o.g. Art ist erfindungsgemäße gekennzeichnet durch
25 einen A/D-Wandler, welcher das Nutzsignal erhält und ein digitales Nutzsignal an eine nachgeschaltete Einrichtung zur Abtastratenreduktion und Austastung weitergibt, welche auf ein vorbestimmte Signal hin das aktuelle digitale Nutzsignal austastet, wobei eine Einrichtung zur Detektion eines Störimpulses das digitale Nutzsignal zwischen dem A/D-Wandler

und der Einrichtung zur Abtastratenreduktion und Austastung abgreift und bei Erkennen eines Störimpulses das vorbestimmte Signal an die Einrichtung zur Abtastratenreduktion und Austastung weitergibt.

5 Dies hat den Vorteil, dass mittels einer digitalen Signalverarbeitung nach einer Analog/Digitalwandlung eines Nutzsignals in diesem enthaltene Störimpulse sicher erkannt, ausgefiltert und weitgehend unhörbar unterdrückt werden.

10 Vorzugsweise Weitergestaltungen der Vorrichtung sind in den Ansprüchen 14 bis 19 beschrieben.

Eine von der Stärke eines etwaigen Störsignals unabhängige Elimination desselben erzielt man dadurch, dass die Einrichtung zur Detektion eines
 15 Störimpulses eine Einrichtung zur Schwellwertberechnung aufweist, welche in Signalverarbeitungsrichtung folgendes umfasst, wenigstens eine Betragsbildungsvorrichtung, welche einen Betrag von wenigstens einem Anteil des digitalen Nutzsignals bildet, einen ersten Addierer, welcher alle aus dem gebildeten Nutzsignal gebildeten Beträge sowie einen um eine
 20 Taktperiode verzögerten und invertierten Schwellwert zu einem ersten Zwischensignal addiert, eine Vorzeichenberechnungsvorrichtung, welche ein Vorzeichen des ersten Zwischensignals bestimmt, einen ersten Multiplizierer, welcher das Vorzeichen mit dem um eine Taktperiode verzögerten Schwellwert zu einem zweiten Zwischensignal multipliziert, und einen
 25 zweiten Addierer, welcher das zweite Zwischensignal mit dem um eine Taktperiode verzögerten Schwellwert zu einem neuen aktuellen Schwellwert addiert, wobei ein Verzögerungsglied den neuen aktuellen Schwellwert abgreift und um eine Taktperiode verzögert dem ersten Addierer inverteert, dem zweiten Addierer und dem ersten Multiplizierer zuführt.

Zum Bestimmen einer Adaptionsgeschwindigkeit bei der Schwellwertberechnung ist zwischen dem Verzögerungsglied und dem ersten Multiplizierer ein zweiter Multiplizierer vorgesehen, welcher den um eine Taktperiode verzögerten Schwellwert mit einem vorbestimmten Parameter α multipliziert.

Zum Festlegen eines minimalen Schwellwertes weist der zweite Addierer einen zusätzlichen Eingang zum zusätzlichen hinzu addieren eines vorbestimmten Parameters β auf.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Einrichtung zur Abtastratenreduktion und Austastung ein FIR-Filter (Finite-Impulse-Response-Filter) mit einer vorbestimmten Anzahl von Zustandsspeichern.

Ferner umfasst die Einrichtung zur Abtastratenreduktion und Austastung zweckmäßigerweise einen Zähler, dessen Ausgang die Zustandsspeicher des FIR-Filters derart ansteuert, dass bei erkanntem Störimpuls zum Austasten desselben für eine vorbestimmte Anzahl δ von Abtastwerten die Zustandsspeicher ihre letzten Werte vor Auftreten des Störimpulses beibehalten oder ihren Speicher auf Null setzen.

Ein Rundfunkempfänger der o.g. Art weist erfindungsgemäß vor der ZF-Stufe eine Vorrichtung der vorbeschriebenen Art auf.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachstehend wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen in

- Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer bevorzugten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- 5 Fig. 2 ein schematisches Blockschaltbild der Detektion eines Störimpulses der Ausführungsform gemäß Fig. 1,
- Fig. 3 ein schematisches Schaltbild eines bevorzugten Ausführungsbeispiels für einen digitalen Hochpassfilter,
- 10 Fig. 4 ein schematisches Schaltbild eines bevorzugten Ausführungsbeispiels für eine erfindungsgemäße, digitale Schwellwertberechnung,
- 15 Fig. 5 ein schematisches Schaltbild eines bevorzugten Ausführungsbeispiels für eine digitale Störimpulsdetektionsschaltung,
- 20 Fig. 6 ein schematisches Schaltbild eines bevorzugten Ausführungsbeispiels für eine digitale Schaltung zur Abstratenreduktion und Störimpulsaustastung,
- Fig. 7 ein schematisches Schaltbild eines bevorzugten Ausführungsbeispiels für einen digitalen Zähler und
- 25 Fig. 8 ein schematisches Schaltbild eines bevorzugten Ausführungsbeispiels für ein digitales Dezimationsfilter.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer bevorzugten Ausführungsform am Beispiel eines Rundfunkempfängers für AM-modulierte Signale beispielhaft erläutert, wobei es jedoch klar ist, dass die Erfindung nicht auf dieses spezielle Anwendung beschränkt ist.

5

Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 100, welche nach entsprechenden Eingangskreisen des Rundfunkempfängers von einer nicht dargestellten ZF-Stufe ein analoges ZF-Signal 10 erhält und in einem Analog/Digital-Wandler 12 zu einem digitalen ZF-Signal 13 wandelt. In Funktionsblock 14 erfolgt eine Abstraktenreduktion, beispielsweise mit einem nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 8 noch näher erläuterten FIR-Filter (Finite-Impulse-Response-Filter), sowie ggf. bei auftreten eines Störimpulses eine Austastung. In einem nachfolgenden Funktionsblock 16 erfolgt eine ZF-Filterung und anschließend eine AM-Demodulation und die Weitergabe eines NF-Signals 18 an eine nachgeschaltete, nicht dargestellte NF-Stufe des Rundfunkempfängers. Das digitale ZF-Signal oder Nutzsignal 13 wird ferner einem Funktionsblock 20 zugeführt, in dem eine Detektion eines Störimpulses erfolgt. Sofern ein Störimpuls detektiert wird, gibt der Funktionsblock 20 ein entsprechendes Signal 22 an den Funktionsblock 14, so dass in letzterem die Austastung aktiviert wird.

Fig. 2 zeigt detaillierter den Funktionsblock 20 zur Detektion eines Störimpulses. Hierbei wird das digitale ZF-Signal 13 einem Funktionsblock 24 zugeführt, welcher ein differenziertes digitales Nutzsignal 26 erzeugt, welches sowohl einem Funktionsblock 28 zum Berechnen eines Schwellwertes als auch einem Funktionsblock 30 zum Entscheiden ob ein Störimpuls vorliegt, zugeführt wird.

Das in Fig. 3 dargestellte Ausführungsbeispiel eines Funktionsblockes 24 umfasst zwei Signalleitungen 32 und 34 für ein Inphase-ZF-Signal 36 und ein Quadratur-ZF-Signal 38. Die beiden Signale 36 und 38 werden jeweils einem Addierer 40 und einem Verzögerungsglied 42, welches das Signal
5 bzw. den Abtastwert um eine Taktperiode verzögert, zugeführt. Das um eine Taktperiode verzögerte Signal des Verzögerungsgliedes 42 wird weiter invertiert dem Addierer 40 zugeführt, so dass auf beiden Leitungen 46 und 48 ein Differenzierer 24, 40, 42 realisiert ist. Diese Anordnung wirkt auf die Signale 36 und 38 wie ein Hochpassfilter auf ein analoges
10 Signal, so dass Funktionsblock 24 auch als Hochpassfilter bezeichnet werden kann. Das differenzierte digitale Nutzsignal 26 ist somit im wesentlichen ein hochpassgefiltertes digitales Nutzsignal. Am Ausgang des Funktionsblockes 24 ist somit ein hochpassgefiltertes Inphase Signal 46 und ein hochpassgefiltertes Quadratur Signal 48 vorhanden.

15

Im Funktionsblock 20 (Fig. 2) wird das hochpassgefilterte digitale Nutzsignal 26 mit einem aus dem Funktionsblock 28 kommenden Schwellwert 44 verglichen. Überschreitet das hochpassgefilterte digitale Nutzsignal 26 den Schwellwert 44, so wird vom Funktionsblock 30 ein Störimpuls detektiert und ein entsprechendes Austastsignal 22 an den Funktionsblock 14
20 (Fig. 1) gegeben.

Bei der in Fig. 5 dargestellten bevorzugten Ausführungsform des Funktionsblockes 30 zum Entscheiden ob ein Störimpuls vorliegt oder nicht wird das differenzierte digitale Nutzsignal 26 bzw. dessen Quadraturanteil 48 und Inphaseanteil 46 bei 50 einer Betragsbildung unterzogen und in einem ersten Addierer 52 werden die gebildeten Beträge miteinander addiert. In einem nachfolgenden Multiplizierer 54 wird das so erhaltene Signal mit einem vorbestimmten Parameter χ multipliziert, wobei χ einen
25

Skalierungsfaktor bildet und über Leitung 96 zugeführt. In einem weiteren Addierer 56 werden das skalierte Signal und der invertierte Schwellwert 44 zum Austastsignal 22 als Detektorausgangssignal zusammen addiert.

- 5 Wie sich aus der Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform des Funktionsblockes 14 in Fig. 6 ergibt, wird das Detektorausgangssignal 22 einem Zählwerk 58 zugeführt. Ein Zählerausgang 60 wirkt auf jeweilige Dezimationsfilter 62 für das Inphase-ZF-Signal 36 und das Quadratur-ZF-Signal 38 des digitalen ZF-Signals 13 derart ein, dass in den Dezimationsfiltern enthaltene Zustandsspeicher ihren momentan gespeicherten Wert beibehalten, wenn das Detektorausgangssignal 22 einen Störimpuls signalisiert. Mit anderen Worten werden in die Zustandsspeicher der Dezimationsfilter 62 trotz fortlaufenden Systemtaktes keine neuen Abtastwerte eingeschrieben, so dass ein zuletzt vor dem Störimpuls vorhandener Zustand der Dezimationsfilter beibehalten wird. Es wird also zum Austasten des Störimpulses dasjenige Signal bzw. diejenigen Abtastwerte gehalten und weitergegeben, welches bzw. welche unmittelbar vor auftreten des Störimpulses noch ungestört vorhanden war bzw. waren.
- 10
- 15
- 20 Es vorteilhaft nicht nur den zeitlich dem Störimpuls entsprechenden Abtastwert zu verwerfen und den vorherigen ungestörten Abtastwert aufrecht zu erhalten, sondern eine vorbestimmte Anzahl von dem Störimpuls nachfolgenden Abtastwerten ebenfalls zu verwerfen und nicht in die Zustandsspeicher der Dezimationsfilter 62 einzuschreiben. Hierzu dient das
- 25 Zählwerk 58, welches in einer beispielhaften Ausführungsform in Fig. 7 dargestellt ist. Das Zählwerk 58 zählt nach auftreten eines Störimpulses, welches durch das Detektorausgangssignal 22 angezeigt wird, von einem vorbestimmten Wert δ , welcher über eine Leitung 98 zugeführt wird, abwärts bis auf null, so dass insgesamt $\delta+1$ Abtastwerte ausgetastet bzw.

verworfen werden. Hierzu wird der Wert δ bei negativem Detektorausgangssignal 22, was einen Störimpuls anzeigt, in ein Verzögerungsglied 64 eingespeichert. Gleichzeitig ist der Zählerausgang 60 gleich δ , also größer null, wodurch die von dem Zählerausgang angesteuerten Zustandsspeicher der Dezimationsfilter 62 (Fig. 6) ihre alten Wert beibehalten und neue Abtastwerte verworfen werden. Solange, bis das Zählwerk 58 von δ bis auf null herunter gezählt hat, bleibt dieser Zustand unverändert, so dass entsprechende Inphase- 66 und Quadratur-Anteile 68 des den Funktionsblock 14 verlassenden ZF-Signals 70 entsprechend korrigiert sind, d.h. Störimpulse sind ausgetastet.

Das Herunterzählen im Zählwerk 58 erfolgt, wie aus Fig. 7 anschaulich ersichtlich, durch Addieren von "-1" zu dem Inhalt des Verzögerungsgliedes 64 in einem Addierer 71 und einschreiben des neuen Wertes in das Verzögerungsglied 64. Nach dem Herunterzählen, d.h., sobald der Wert "-1" im Verzögerungsglied 64 eingeschrieben ist, ist der Zählerausgang 60 wieder negativ und die Zustandsspeicher der Dezimationsfilter arbeiten wieder wie gewohnt weiter, d.h. bei jedem Systemtakt wird ein neuer Abtastwert in die Zustandsspeicher eingeschrieben.

Fig. 8 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für die Dezimationsfilter 62 gemäß Fig. 6 in Form eines FIR-Filters (Finite-Impulse-Response-Filter), wobei in Fig. 8 beispielhaft das Dezimationsfilter 62 für das Inphase-Signal 36 dargestellt ist. Es ist ferner ein weiteres entsprechendes Dezimationsfilter für das Quadratur-Signal 38 des ZF-Signals 13 vorgesehen. Da in Fig. 6 beide Dezimationsfilter 62 einen gleichen Aufbau und eine gleiche Funktionsweise aufweisen gelten nachfolgende Erläuterungen sowohl für das Dezimationsfilter 62 für das Inphase-Signal 36 als auch für das identische, jedoch nicht dargestellte Dezimationsfilter 62 für das Qua-

dratur-Signal 38, wobei lediglich als Eingangssignal statt des Inphase-Signals 36 das Quadratur-Signal 38 und als Ausgangssignal statt des Inphase-Signals 66 das Quadratur-Signal 68 zu setzen ist. Bei jedem Systemtakt wird ein Abtastwert des digitalen Nutzsymbols 36 in die Zustandspeicher 72 geschrieben bzw. von einem Zustandsspeicher 72 zum nächsten weiter gereicht. Je nach gewünschter Abtastratenreduktion sind N Zustandspeicher 72 vorgesehen. Weiterhin wird bei jedem Systemtakt der Inhalt der Zustandspeicher 72 mit einem jeweiligen Koeffizienten a_n , mit n gleich 1, 2, ... N, in Multiplizierern 74 multipliziert, so dass sich schließlich das Inphase-Signal 66 des ZF-Signal 70 ergibt. Auf jeden Zustandsspeicher 72 wirkt der Zählerausgang 60 in der zuvor beschriebenen Weise. Die Zustandspeicher 72 werden auch als "Delay-Line" bezeichnet.

Der optimale Parameter δ wird vorzugsweise empirisch bestimmt und festgelegt. Beispielsweise bei einer Systemtaktfrequenz von 200 kHz und entsprechender Dauer eines Systemtaktes von 5 μ s ergibt sich bei $\delta = 8$ bei Detektion eines Störimpulses eine Gesamtaustastzeit von 40 μ s entsprechend neun Systemtaktungen, da der den Störimpuls tragende Abtastwert selbst sowie die weiteren acht nachfolgenden Abtastwerte verworfen werden, bis der Zählerausgang 60 wieder negativ ist (abwärts Zählen von acht bis null).

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Einrichtung 28 zur Schwellwertberechnung ist in Fig. 4 dargestellt. Diese umfasst eine Betragsbildungsvorrichtung 76, welche einen Betrag von Inphase- und Quadraturanteil 48 des differenzierten digitalen Nutzsymbols 26 bildet, einen ersten Addierer 78, welcher alle aus dem Nutzsymbols 13 gebildeten Beträge sowie einen um eine Taktperiode verzögerten und invertierten Schwellwert zu einem ersten Zwischensignal 80 addiert, eine Vorzeichen-

berechnungsvorrichtung 82, welche ein Vorzeichen des ersten Zwischensignals 80 bestimmt, einen ersten Multiplizierer 84, welcher das Vorzeichen mit dem um eine Taktperiode verzögerten Schwellwert zu einem zweiten Zwischensignal 86 multipliziert, und einen zweiten Addierer 88,
5 welcher das zweite Zwischensignal 86 mit dem um eine Taktperiode verzögerten Schwellwert zu einem neuen aktuellen Schwellwert 44 addiert, wobei ein Verzögerungsglied 90 den neuen aktuellen Schwellwert 44 abgreift und um eine Taktperiode verzögert dem ersten Addierer 78 inverteert, dem zweiten Addierer 88 und dem ersten Multiplizierer 84 zuführt.

10

Ferner ist zwischen dem Verzögerungsglied 90 und dem ersten Multiplizierer 84 ein zweiter Multiplizierer 92 vorgesehen, welcher den um eine Taktperiode verzögerten Schwellwert mit einem vorbestimmten Parameter α multipliziert. Der zweite Addierer 88 weist einen zusätzlichen Eingang 94
15 zum zusätzlichen hinzu addieren eines vorbestimmten Parameters β auf. Die Vorzeichenbestimmung in Block 82 entspricht im Wesentlichen einer Reduktion des Abtastwertes auf eine 1-Bit-Information, welche im nachfolgenden Integrator 90 über die Zeit aufintegriert wird. Wegen der Vorzeichenbildung 82 haben Störimpulse nur einen geringen Einfluss auf die
20 Schwellwertberechnung.

Der Parameter α bestimmt eine Adaptionsgeschwindigkeit des durch das Verzögerungsglied 90 gebildeten Integrators. Der Parameter β legt optional einen minimalen Schwellwert fest. Durch die Vorzeichenbildung in
25 Block 82 wird bei der Schwellwertberechnung eine Leistung von Störspitzen eliminiert, so dass das Ergebnis der Schwellwertberechnung nicht von den Störspitzen selbst beeinflusst ist. Stattdessen stellt sich nach einer bestimmten Zeit immer ein Schwellwert 44 ausschließlich in Abhängigkeit des tatsächlichen Nutzsignals ein. Dieser Schwellwert 44 ist dabei nicht

notwendiger Weise ein ganzzahliges Vielfaches des Mittelwertes des Nutzsignals. Mit anderen Worten wird die Leistung der Störspitzen beschränkt, so dass diese das Ergebnis der Schwellwertberechnung nicht verfälschen. Andererseits wird erfindungsgemäß die Schwelle zum Erkennen von Störimpulsen nicht fest vorgegeben sondern mittels der Schaltung 28 adaptiv, je nach Empfangsbedingungen, berechnet. Dies erzielt eine besonders wirkungsvolle Störimpulsunterdrückung auch bei wechselnden Empfangsbedingungen, da sich der Schwellwert 44 an eine neue Situation entsprechend anpasst.

P a t e n t a n s p r ü c h e

5

1. Verfahren zum Erkennen und Entfernen von Störimpulsen in einem Nutzsignal,

gekennzeichnet durch folgende Schritte,

10

- (a) Digitalisieren des Nutzsignals zu einem digitalen Nutzsignal,
- (b) Differentiation des digitalen Nutzsignals zu einem differenzierten digitalen Nutzsignal,
- (c) Berechnen eines Schwellwertes aus dem differenzierten digitalen Nutzsignal,
- (d) Vergleichen, ob das differenzierte digitale Nutzsignal den berechneten Schwellwert überschreitet und
- (e) Austasten des Störimpulses, wenn in Schritt (d) festgestellt wird, dass das differenzierte digitale Nutzsignal den berechneten Schwellwert überschreitet.

15

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Nutzsignal vor Schritt (a) bandbegrenzt wird.

25

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Differentiation in Schritt (b) eine Hochpassfilterung ist.

4. Verfahren nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

in Schritt (b) bei der Differentiation ein Inphaseanteil sowie ein Quadraturanteil des Nutzsignals getrennt voneinander differenziert werden.

- 5 5. Verfahren nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
in Schritt (e) beim Austasten statt eines tatsächlichen ZF-Signalwertes ein letzter ungestörter ZF-Signalwert beibehalten oder kein Signal weitergegeben wird, wobei ein weiteres Einschreiben von Abtastwerten in eine Delay-Line unterbunden wird.
- 10
6. Verfahren nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das Nutzsignal ein ZF-Signal eines Rundfunkempfängers ist.
- 15
7. Verfahren nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das Nutzsignal ein AM-moduliertes Signal ist.
- 20 8. Verfahren nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
in Schritt (c) ein Betrag eines Inphase-Anteils sowie eines Quadratur-Anteiles des Nutzsignals zusammen mit einem um eine Taktperiode verzögerten und invertierten Schwellwert addiert werden, aus dem Ergebnis das Vorzeichen bestimmt, dieses mit dem um eine Taktperiode verzögerten Schwellwert multipliziert und das Ergebnis mit dem um eine Taktperiode verzögerten Schwellwert addiert wird, wobei das letzte Ergebnis einen neuen aktuellen Schwellwert darstellt.
- 25

9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
der um eine Taktperiode verzögerte Schwellwert vor der Multiplika-
tion mit dem bestimmten Vorzeichen mit einem vorbestimmten Pa-
5 rameter α multipliziert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 bei der letzten Addition zur Schwellwertberechnung zusätzlich ein
vorbestimmter Parameter β hinzu addiert wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 in Schritt (e) eine vorbestimmte Anzahl von dem erkannten Störim-
puls nachfolgenden Abtastwerten ausgetastet werden.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
20 nach Schritt (e) eine FIR-Filterung (Finite-Impulse-Response-
Filterung) durchgeführt wird.
13. Vorrichtung (100) zum Erkennen und Entfernen von Störimpulsen
in einem Nutzsignal (10),
25 gekennzeichnet durch
einen A/D-Wandler (12), welcher das Nutzsignal (10) erhält und ein
digitales Nutzsignal (13) an eine nachgeschaltete Einrichtung (14)
zur Abtastratenreduktion und Austastung weitergibt, welche auf ein
vorbestimmtes Signal (22) hin das aktuelle digitale Nutzsignal (13)

5 austastet, wobei eine Einrichtung (20) zur Detektion eines Störimpulses das digitale Nutzsignal (13) zwischen dem A/D-Wandler (12) und der Einrichtung (14) zur Abtastratenreduktion und Austastung abgreift und bei Erkennen eines Störimpulses das vorbestimmte Signal (22) an die Einrichtung (14) zur Abtastratenreduktion und Austastung weitergibt.

- 10 14. Vorrichtung (100) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (20) zur Detektion eines Störimpulses eine Einrichtung (28) zur Schwellwertberechnung aufweist, welche in Signalverarbeitungsrichtung folgendes umfasst, wenigstens eine Betragsbildungsvorrichtung (76), welche einen Betrag von wenigstens einem Anteil (46, 48) des digitalen Nutzsignals (26) bildet, einen ersten Addierer (78), welcher alle aus dem gebildeten Nutzsignal (26) gebildeten Beträge sowie einen um eine Taktperiode verzögerten und invertierten Schwellwert zu einem ersten Zwischensignal (80) addiert, eine Vorzeichenberechnungsvorrichtung (82), welche ein Vorzeichen des ersten Zwischensignals (80) bestimmt, einen ersten Multiplizierer (84), welcher das Vorzeichen mit dem um eine Taktperiode verzögerten Schwellwert zu einem zweiten Zwischensignal (86) multipliziert, und einen zweiten Addierer (88), welcher das zweite Zwischensignal (86) mit dem um eine Taktperiode verzögerten Schwellwert zu einem neuen aktuellen Schwellwert (44) addiert, wobei ein Verzögerungsglied (90) den neuen aktuellen Schwellwert (44) abgreift und um eine Taktperiode verzögert dem ersten Addierer (78) invertiert, dem zweiten Addierer (88) und dem ersten Multiplizierer (84) zuführt.
- 15
- 20
- 25

15. Vorrichtung (100) nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen dem Verzögerungsglied (90) und dem ersten Multiplizierer (84) ein zweiter Multiplizierer (92) vorgesehen ist, welcher den
5 um eine Taktperiode verzögerten Schwellwert mit einem vorbestimmten Parameter α multipliziert.
16. Vorrichtung (100) nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 der zweite Addierer (88) einen zusätzlichen Eingang (94) zum zusätzlichen hinzu addieren eines vorbestimmten Parameters β aufweist.
17. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 16,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
die Einrichtung (14) zur Abtastratenreduktion und Austastung wenigstens ein FIR-Filter (Finite-Impulse-Response-Filter) (62) mit einer vorbestimmten Anzahl N von Zustandsspeichern (72) umfasst.
- 20 18. Vorrichtung (100) nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Einrichtung (14) zur Abtastratenreduktion und Austastung einen Zähler (58) umfasst, dessen Ausgang (60) die Zustandsspeicher (72) des FIR-Filters (62) derart ansteuert, dass bei erkanntem Stör-
25 rimpuls zum Austasten desselben für eine vorbestimmte Anzahl δ von Abtastwerten die Zustandsspeicher (72) ihre letzten Werte vor Auftreten des Störimpulses beibehalten oder ihren Speicher auf Null setzen.

19. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, dass
diese in einem Rundfunkempfänger vor einer ZF-Stufe angeordnet
ist.

5

20. Rundfunkempfänger mit einer ZF-Stufe und einer NF-Stufe,
dadurch gekennzeichnet, dass
vor der ZF-Stufe eine Vorrichtung gemäß wenigstens einem der
Ansprüche 13 bis 19 vorgesehen ist.

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung (100) und ein Verfahren zum Erkennen und Entfernen von Störimpulsen in einem Nutzsignal. Die Vorrichtung umfasst erfindungsgemäß einen A/D-Wandler (12), welcher das Nutzsignal (10) erhält und ein digitales Nutzsignal (13) an eine nachgeschaltete Einrichtung (14) zur Abtastratenreduktion und Austastung weitergibt, welche auf ein vorbestimmte Signal (22) hin das aktuelle digitale Nutzsignal (13) austastet, wobei eine Einrichtung (20) zur Detektion eines Störimpulses das digitale Nutzsignal (13) zwischen dem A/D-Wandler (12) und der Einrichtung (14) zur Abtastratenreduktion und Austastung abgreift und bei Erkennen eines Störimpulses das vorbestimmte Signal (22) an die Einrichtung (14) zur Abtastratenreduktion und Austastung weitergibt. (Fig. 1)

1/4

Fig. 1

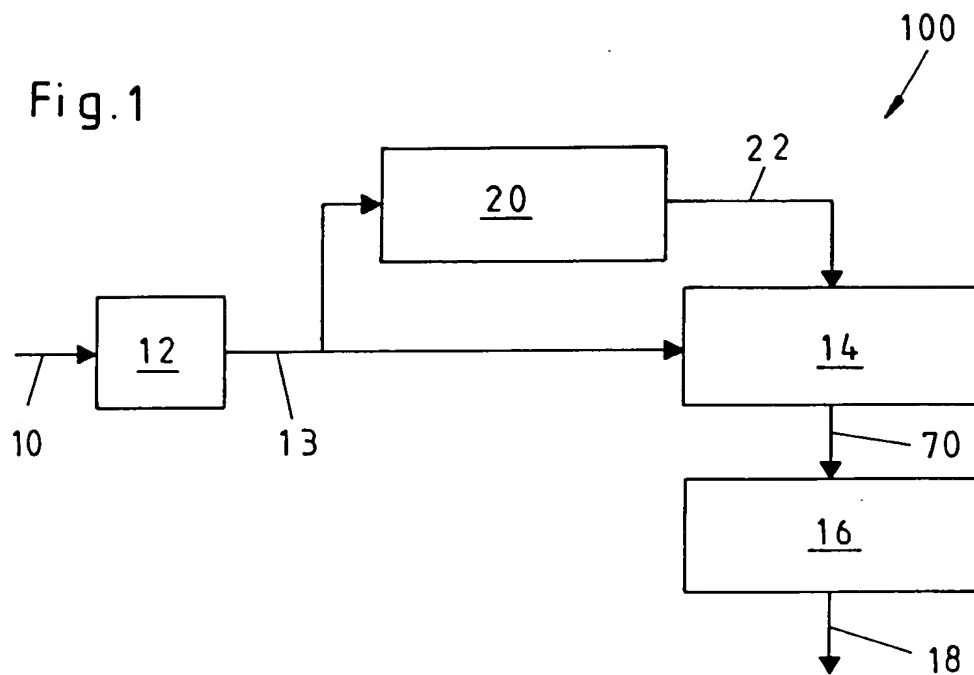


Fig. 2

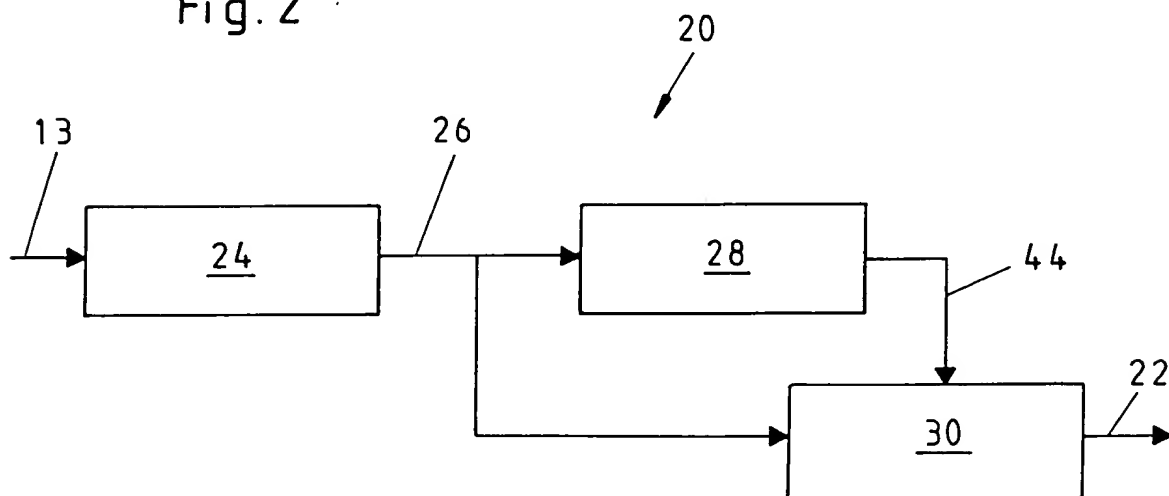


Fig. 3

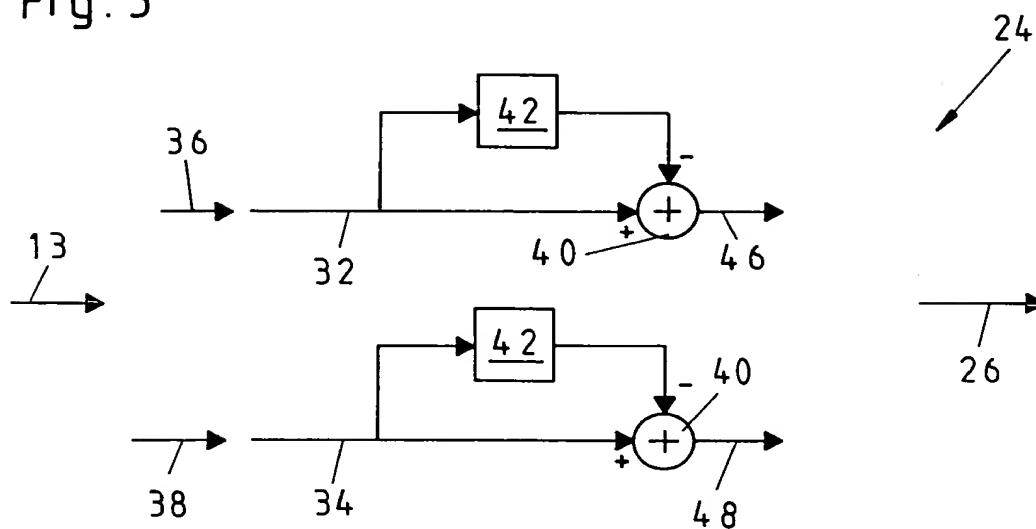


Fig. 4

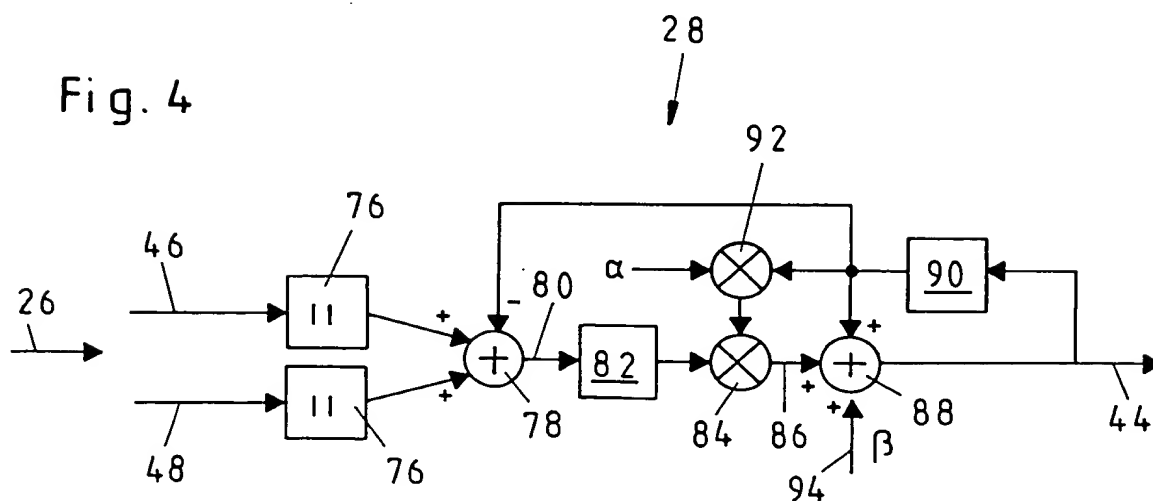


Fig. 5

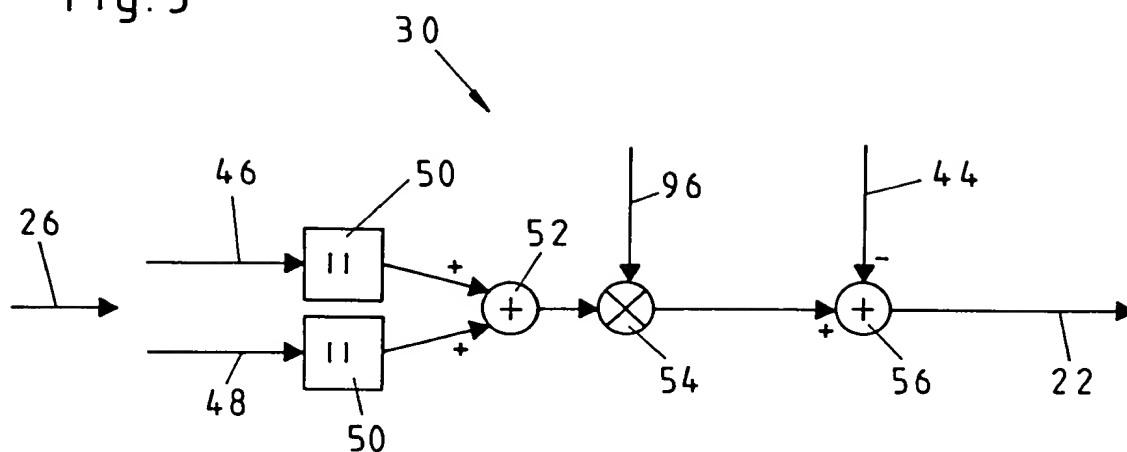


Fig. 6

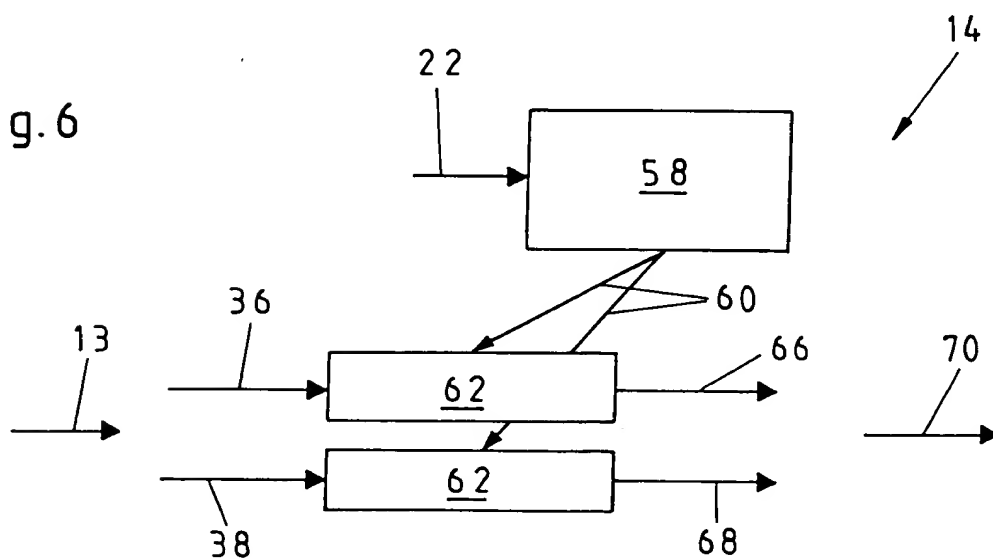


Fig. 7

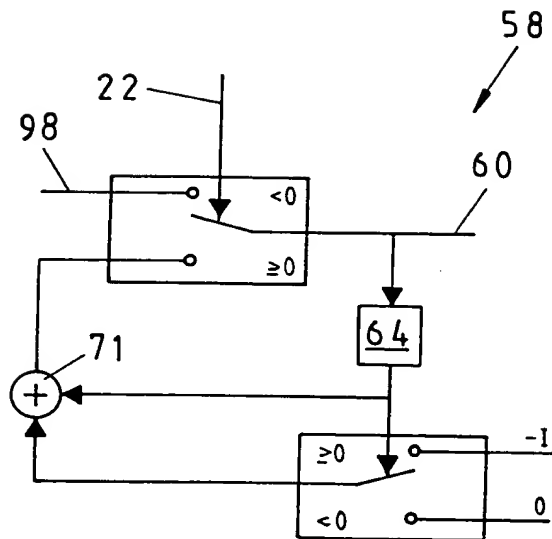


Fig. 8

